แสดงถึงการทำงานและองค์ประกอบที่สำคัญของเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์

ปัจจุบันเทคโนโลยีการพิมพ์ในงานคอมพิวเตอร์ได้รับการพัฒนาอย่างรวดเร็ว จากเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์กลายมาเป็นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ในที่สุด การทำงานของเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์แบบเลเซอร์เป็นอย่างไร ทำไมจึงใช้ชื่อว่าเครื่องพิมพ์เลเซอร์ หรือว่าภายในเครื่องพิมพ์ใช้แสงเลเซอร์ในการทำงานจริง ๆ คำตอบของคำถามเหล่านี้จะได้จากการศึกษาการทำงานของเครื่องพิมพ์แบบต่าง ๆ ที่จะเสนอต่อไป

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ นับเป็นเครื่องพิมพ์ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด และเทคโนโลยีที่ใช้อยู่ในเครื่องพิมพ์ก็เป็นเทคโนโลยีเดิม ไม่ได้เปลี่ยนแปลงหรือมีเทคโนโลยีใหม่มาแทนเลย แต่ก็มีการปรับปรุงให้มีคุณภาพการพิมพ์เพิ่มขึ้น หัวใจของการพิมพ์ในเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์คือ ชุดของเข็ม (dot matrix) (ดูรูปที่ 1 ประกอบ) ซึ่งมีส่วนควบคุมการเคลื่อนของเข็มเหล่านี้อยู่ด้วย (ในรูปที่ 2) ทั้งสองส่วนจะรวมกันอยู่ในหัวพิมพ์ (printhead)

ชุดของหัวเข็มเรียงตัวกันในแนวตั้ง ซึ่งอาจจะมี 9 เข็มหรือ 24 ถ้าเป็นเครื่องพิมพ์แบบ 9 เข็ม ทั้ง 9 เข็ม จะเรียงตรงกันในแนวตั้งคอลัมน์เดียว ในเครื่องพิมพ์ 24 เข็ม เข็มจะเรียงกันในแนวตั้งโดยแบ่งออกเป็น 3 คอลัมน์ คอลัมน์ละ 8 เข็มวางเลื่อมกันระหว่างคอลัมน์ ตัวเข็มแต่ละเข็มถูกควบคุมด้วยอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnet) ซึ่งมีแขน (Sleeve) ยึดต่อหัวเข็มที่ถูกควบคุมกับอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า การจัดเรียงของส่วนควบคุมหัวเข็มภายในตัวหัวพิมพ์นั้น จะกระจายเป็นวงกลมคล้ายใบพัดเครื่องบิน (ดูรูปที่ 1 ประกอบ)

เทคโนโลยีการพิมพ์ ใน เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์และเครื่องพิมพ์เลเซอร์

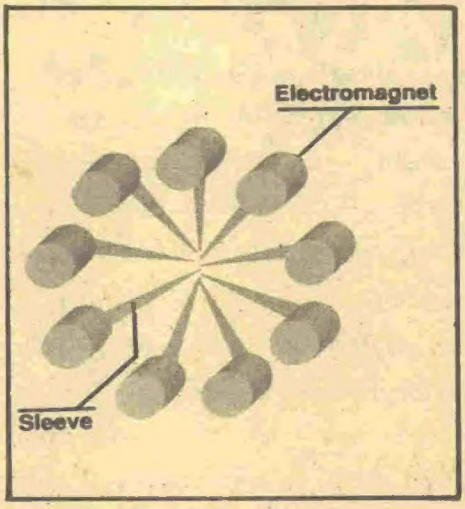
จานจ่าย

การพิมพ์แต่ละครั้งจะเกิดขึ้นจากการทำให้เข็มแต่ละเข็มกระแทกลงบนกระดาษ ซึ่งจะมีผ้าหมึกพิมพ์อยู่ระหว่างกระดาษและหัวเข็ม หมึกบนผ้าหมึกพิมพ์ไปติดบนกระดาษ

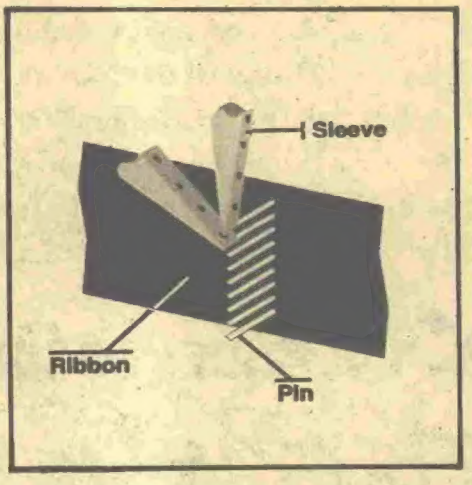
การกระแทกหรือการเคลื่อนไหวของเข็ม ได้จากการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดของอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งจะทำให้เข็มที่ต่ออยู่กับแขนเคลื่อนที่ไปกระแทกกระดาษ (ดูรูปที่ 2 ประกอบ) เมื่อเข็มกระแทกกระดาษแล้วจะถูกดึงกลับมาทันทีด้วยสปริงที่ใช้ยึดเข็มอยู่ เพื่อเตรียมพร้อมที่จะทำงานในครั้งต่อไป ตัวอย่างการทำงานดังกล่าวข้างต้นนั้นเครื่องพิมพ์บางเครื่องอาจจะควบคุมเข็มโดยตรงเลย หรือในบางเครื่องอาจควบคุมเข็มโดยส่งผ่านแรงจากอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าไปยังคานซึ่งจะส่งไปยังตัวเข็มอีกทีหนึ่ง

เทคโนโลยีการพิมพ์ในเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ไม่ได้เปลี่ยนแปลงมากนัก แต่มีการปรับปรุงเรื่องคุณภาพการพิมพ์ให้ดีขึ้น เช่น ในปัจจุบันเครื่องพิมพ์ 9 เข็ม มีความสามารถในการพิมพ์แบบเหมือนตัวพิมพ์ดีด NLQ (Near-Letter-Quality) ได้ดีขึ้น ปรับปรุงในเรื่องความแม่นยำและความละเอียดของตำแหน่งหัวพิมพ์ ปรับปรุงในด้านความเร็วในการพิมพ์ และการปรับปรุงการเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์ให้สามารถทำการพิมพ์ข้ามหน้ากระดาษได้ เช่น ข้ามกลับพิมพ์ในหน้ากระดาษก่อน หรือข้ามไปพิมพ์ในหน้าถัดไป โดยใช้เทคนิคการควบคุมหัวพิมพ์ด้วยเกียร์รูปตัวหนอนที่ทำด้วยพลาสติก (plastic worm gear) หรือควบคุมด้วยสายพาน (belt drive)

นอกจากเทคโนโลยีการพิมพ์ของดอตแมตริกซ์ที่กล่าวไปแล้ว ยังมีอีก 2 วิธีที่ใช้อยู่คือ เครื่องพิมพ์แบบบรรทัด (line printer) กับเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึก (ink jet) เครื่องพิมพ์แบบบรรทัดนั้น การพิมพ์จะพิมพ์ครั้งละแถว คือหัวพิมพ์ประกอบไปด้วยเข็มพิมพ์หนึ่งแถว จำนวนเข็มเท่ากับความยาวของกระดาษ การพิมพ์แบบเหลื่อมจุดกันของเครื่องพิมพ์แบบนี้ทำได้โดยการเลื่อนหัวแม่พิมพ์ทั้งหมดไปมานั่นเอง คุณภาพการพิมพ์ที่ได้จากเครื่องแบบบรรทัดนี้อาจจะหยาบ แต่ว่าความเร็วในการพิมพ์จะสูงกว่าเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์แบบอื่น



รูปที่ 1 แสดงหัวพิมพ์ (printhead) ซึ่งขยายให้เห็นถึงเข็มที่ว่าในแนวตั้ง 9 เข็ม ถูกควบคุมด้วยแขน (sleeve) ซึ่งต่อกับอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า



รูปที่ 2 การทำงานของเข็มพิมพ์ ซึ่งเกิดขึ้นโดยการส่งสัญญาณไฟฟ้าไปที่ขดลวดในอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ทำให้แขนดันเข็มให้เคลื่อนที่ไปข้างหน้า ซึ่งจะกระแทกกับกระดาษ โดยที่มีผ้าหมึกรองรับอยู่ระหว่างกลาง หมึกจากผ้าหมึกก็จะติดลงบนกระดาษตามรอยเข็ม

สำหรับเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกใช้วิธีการพ่นหยดน้ำหมึกแทนการใช้ผ้าหมึกพิมพ์ โดยการบังคับหยดน้ำหมึกให้ลงในตำแหน่งที่ต้องการ ข้อดีของเครื่องพิมพ์แบบพ่นหมึกคือการทำงานของเครื่องจะเงียบมาก เพราะไม่มีส่วนของอุปกรณ์ใดกระทบกับกระดาษเหมือนในเครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์แบบเข็ม นอกจากนี้ในการพิมพ์รูปภาพกราฟิกที่ต้องการบริเวณทึบดำจะได้รูปที่ละเอียดและเรียบกว่าธรรมดา เครื่องพิมพ์แบบหมึกพ่นบางเครื่องสามารถพิมพ์สีได้ ในขณะที่ราคาก็ถูกและคุณภาพงานพิมพ์ที่ได้อยู่ในขั้นน่าพอใจ ซึ่งในบางเครื่องเทียบราคากับเครื่องพิมพ์เลเซอร์แล้วราคาจะถูกกว่าด้วย

เครื่องพิมพ์ดอตแมตริกซ์ได้พัฒนารูปร่างหรืออุปกรณ์ช่วยงานภายในและภายนอกให้น่าใช้งานยิ่งขึ้น เช่น อุปกรณ์การจับกระดาษ ได้ปรับปรุงให้จับกระดาษได้ดีกว่าเครื่องรุ่นก่อน ๆ มีทางออกของกระดาษหลายทาง มีความสามารถในการจัดแยกกระดาษ (cut sheet feeder) มีระบบการควบคุมเครื่องพิมพ์ที่ดีขึ้น เช่น มีแป้นพิมพ์สำหรับควบคุม มีจอภาพ LCD แสดงข้อความสถานะการทำงาน มีสัญญาณเสียงเพลงบ่งบอกสถานะของเครื่อง ถึงแม้ในปัจจุบันจะมีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่มีความสามารถดีกว่า แต่ราคาของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ยังสูงอยู่ ดังนั้นเครื่องพิมพ์แบบดอตแมตริกซ์ยังคงจะอยู่ในตลาดของเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ระดับบุคคลได้อีกนาน

เครื่องพิมพ์เลเซอร์

เทคโนโลยีเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ได้
บการพัฒนามาตลอด จนในปัจจุบัน
อจะแบ่งออกได้ 3 แบบ ที่แตกต่างกัน
อกไป คือ แบบใช้แสงเลเซอร์, ใช้
ลอดไฟฟ้า (LED) และใช้ผลึกเหลว
Liquid Crystal)

ก่อนที่จะไปทราบข้อแตกต่าง
องเทคโนโลยีเครื่องพิมพ์เลเซอร์
3 แบบ ควรจะทราบถึงหลักของการ
มพ์ในเครื่องพิมพ์เลเซอร์เสียก่อน
รูปที่ 3 แสดงอุปกรณ์และการทำงาน
ยใน ซึ่งจะคล้ายเครื่องถ่ายเอกสาร
ไป ตรงกลางสุดของเครื่องเป็น
ม (drum) แท่งทรงกระบอกหมุนได้
ีความไวต่อแสงมาก ส่วนของดรัม
งส่วนถูกครอบด้วยแผงกระจาย
ะจุไฟฟ้า (drum corona wire) ซึ่ง
้างประจุไฟฟ้าบวกให้แก่ผิวดรัม ผิว
งดรัมที่มีประจุไฟฟ้าอยู่จะตอบสนอง
แสงสว่าง โดยในส่วนที่ถูกแสงสว่าง
มีประจุไฟฟ้าเปลี่ยนไป บริเวณส่วนนี้
สำหรับสร้างรูปภาพตามต้องการ
โดยการฉายแสงลงไป

ส่วนถัดมาจากดรัมคือ ถังใส่
หมึก (Toner bin) ความจริงคำ
ner นั้น คือผงของสารเคมีชนิดหนึ่ง
สามารถหลอมละลายได้ที่อุณหภูมิ
หนึ่ง แต่ก็จะเรียกว่าผงหมึกแทน)
ะส่วนที่อยู่ใต้ถังใส่ผงหมึกที่เรียกว่า
veloper Unit (นึกหาคำภาษาไทยที่
มาแทนที่ไม่ได้) ซึ่งภายในบรรจุเม็ด
าสติกเล็กจำนวนหนึ่งที่สามารถ
งไปมาได้ เม็ดพลาสติกเหล่านี้จะถูก
นี่ยวนำให้เกิดประจุไฟฟ้าที่ตรงข้าม
ประจุของดรัม และการถ่ายเทให้
หมึกที่มาเกาะติดกับเม็ดพลาสติก
อดรัมหมุนเอาบริเวณที่มีประจุไฟฟ้า
และได้รับการวาดรูปภาพแล้วมาสัมผัส
กับพลาสติก ผงหมึกก็จะเกาะผิวของ
ดรัมด้วยแรงดึงดูดของประจุไฟฟ้า ตาม
รูปภาพที่ได้จากการวาดด้วยแสงมาแล้ว

ในระหว่างขบวนการดังกล่าว
เกิดขึ้น กระดาษจะถูกดึงให้ผ่านเข้า
มาในส่วนถ่ายเทประจุไฟฟ้า (Transfer
corona wire) ซึ่งจะถ่ายเทประจุไฟฟ้า
ให้กับกระดาษ จากนั้นกระดาษจะถูกดึง
ต่อมาให้ผ่านเข้าใต้ดรัม ประจุไฟฟ้า
บนกระดาษจึงดึงผงหมึกจากดรัมลงมา
ติดที่กระดาษแทน ดรัมจะหมุนต่อไปอีก
บริเวณที่ใช้งานไปแล้วของดรัมก็ถูก
สร้างประจุไฟฟ้าเพื่อเตรียมใช้งานครั้ง
ต่อไปอีก ส่วนกระดาษเมื่อดึงผงหมึก
มาเกาะแล้วจะถูกลำเลียงต่อไปยังส่วน
ของลูกกลิ้งหลอมละลาย(Fusing roll-
ler) ซึ่งอยู่ 2 ลูกกลิ้ง กระดาษที่ผ่าน
ส่วนนี้จะได้รับแรงกดและความร้อน
สูง เพื่อให้ผงหมึกละลายติดกับเนื้อ-
กระดาษ จากนั้นจึงถูกลำเลียงออก
มานอกตัวเครื่องพิมพ์

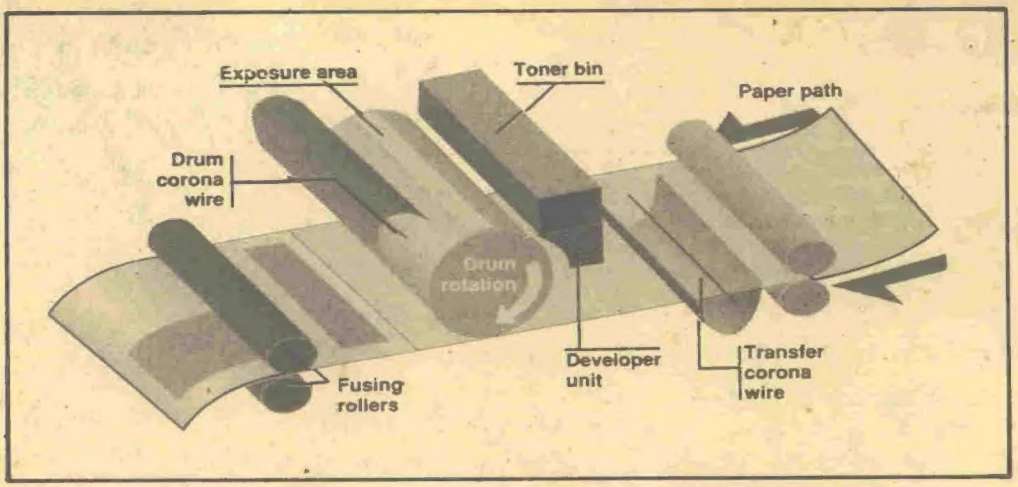
หลักการทำงานภายในเครื่อง-
พิมพ์เลเซอร์ทุกเครื่อง ใช้วิธีการดังกล่าว
ข้างต้นจะต่างกันก็ตรงเทคโนโลยีที่ให้
กำเนิดแสงสำหรับวาดภาพบนดรัม ซึ่ง
ในปัจจุบันมีอยู่ด้วยกัน 3 วิธี ที่ผู้ผลิต
เครื่องพิมพ์เลเซอร์นำไปใช้ โดยผู้ผลิต
แต่ละคนก็โฆษณาว่าเทคโนโลยีของ
ตนให้ความละเอียดแม่นยำในการวาดภาพ
ที่ดีกว่า และน่าเชื่อถือกว่า

เทคโนโลยีที่ใช้กันมากที่สุดก็คือ
การใช้แสงเลเซอร์(เครื่องพิมพ์เลเซอร์
ส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์การพิมพ์ด้วย
เลเซอร์ที่ผลิตโดยบริษัท Canon) แสดง
ไว้ในรูปที่ 4 อุปกรณ์ส่วนนี้ประกอบ
ด้วยตัวหลอดไดโอดที่ผลิตแสงเลเซอร์
ได้ (Laser diode) ซึ่งผลิตลำแสงเลเซอร์
เพื่อไปสะท้อนกับกระจกที่หมุนได้
และมีหลายหน้า เพื่อบังคับลำแสง
ให้กวาดไปบนพื้นผิวของดรัมอย่างทั่ว
ถึง เพื่อทำให้เกิดภาพตามต้องการ

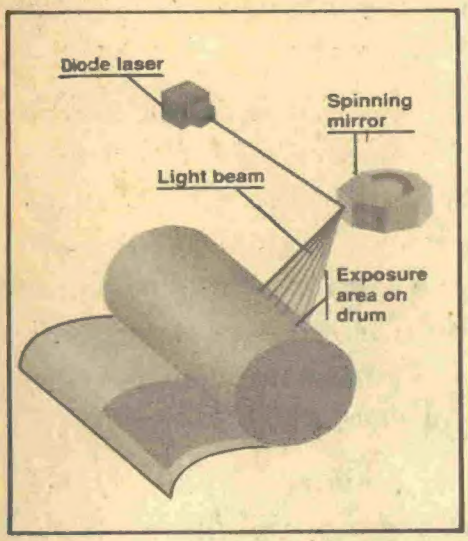
ในรูปที่ 5 เป็นเทคโนโลยีที่ใช้
หลอด LED เป็นแถวอะเรย์ แทนที่จะ
ใช้แสงจากต้นกำเนิดแห่งเดียว จำนวน
หลอด LED จะมีมากถึงพันหลอด
ในพื้นที่เล็ก ๆ บริเวณหนึ่ง การวาดภาพ
ทำได้โดยการบังคับการเปิดปิดของหลอด
LED แต่ละตัว

เทคโนโลยีสุดท้ายที่ใช้กันใน
เครื่องพิมพ์เลเซอร์ คือการใช้ผลึกเหลว
ที่แผ่นยาวในรูปที่ 6 ด้านหลังของแผ่น
ผลึกเหลวมีแหล่งกำเนิดแสงอยู่ การ
บังคับลำแสงสามารถทำได้โดยใช้สนาม
ไฟฟ้าบังคับการเรียงตัวของผลึกเหลว
ทำให้สามารถกั้นหรือยอมให้แสงทะลุ
ผ่านไปถูกดรัมได้

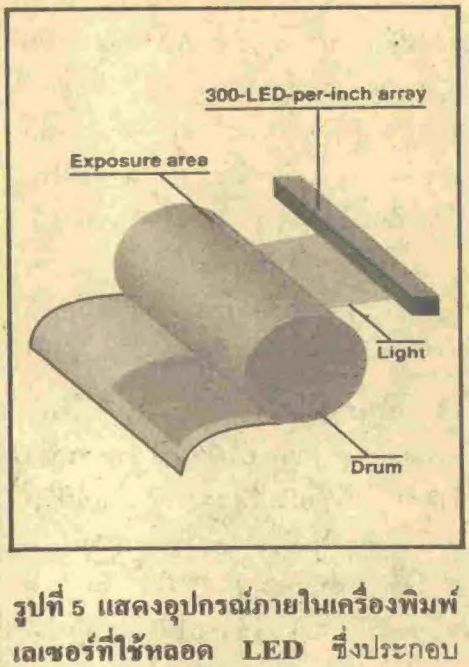
เทคโนโลยีทั้ง 3 วิธีดังกล่าว ให้
ผลลัพธ์การพิมพ์ที่ไม่แตกต่างกันมาก
สามารถออกแบบให้พิมพ์ที่ความแน่น
ที่ 300 dpi (dot per inch) ได้ ความเร็ว
การพิมพ์ของทั้ง 3 แบบก็เท่า ๆ กันคือ
8 หน้าต่อนาที ปัจจุบันเครื่องพิมพ์-
เลเซอร์ทุกเครื่องใช้เทคโนโลยีทั้ง 3 ซึ่ง
สามารถออกแบบเครื่องให้มีขนาดเล็ก
และน้ำหนักเบาได้ ในปัจจุบันได้มีการ
ผลิตเครื่องภายใน (หมายถึงอุปกรณ์
ต่าง ๆ ที่ประกอบกันเป็นชุดสำเร็จรูป)
เป็นเครื่องมาตรฐานที่เทคโนโลยีต่าง
กันตามแต่บริษัทที่ผลิตออกมาเลือกใช้
ซึ่งบริษัทที่เป็นผู้นำในด้านนี้คือบริษัท
Canon เพราะฉะนั้นความแตกต่างของ
เครื่องพิมพ์เลเซอร์ในปัจจุบันไม่ได้แตก-
ต่างกันที่เทคโนโลยีภายใน แต่แตกต่าง
กันที่การใช้เครื่องภายในของบริษัทใคร
มากกว่า



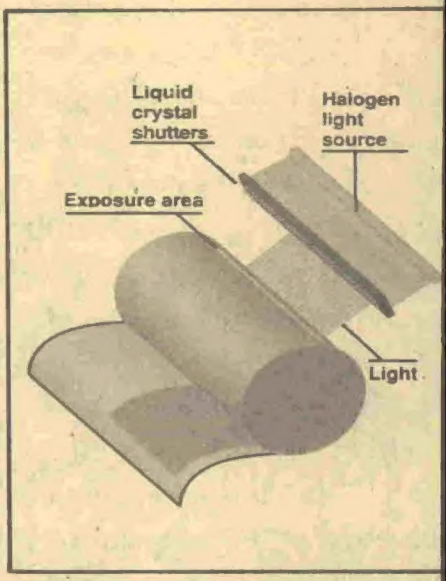
รูปที่ 3
โครงสร้างภายในเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4 แสดงอุปกรณ์ภายในของส่วนการทำงานของแสงเลเซอร์ ซึ่งประกอบด้วยหลอดไดโอดให้กำเนิดลำแสงเลเซอร์ไปกระทบผิวกระจกที่ทำหน้าที่สะท้อนลำแสงไปกวาดบนผิวดรัมอีกทีหนึ่ง กระจกจะมีหลายเหลี่ยมและหมุนได้ เพื่อควบคุมลำแสงให้สามารถกวาดไปมาทั่วผิวดรัม การปิดเปิดแสงเลเซอร์อย่างรวดเร็วทำให้เกิดจุดบนผิวดรัมเป็นรูปภาพตามต้องการ



รูปที่ 5 แสดงอุปกรณ์ภายในเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้หลอด LED ซึ่งประกอบด้วยแถวของหลอด LED จำนวนมากหลายแถว หลอด LED แต่ละหลอดทำให้เกิดจุดขึ้นบนผิวดรัมด้วยการบังคับปิดเปิดหลอด LED



รูปที่ 6 แสดงอุปกรณ์ภายในของเครื่องพิมพ์เลเซอร์ที่ใช้แผ่นผลึกเหลว (Liquid Crystal Shutter) ด้านหลังของแผ่นผลึกเหลวจะมีแหล่งกำเนิดแสง ส่วนใหญ่จะเป็นหลอดฮาโลเจน (Halogen) ก ทำงานคล้ายกับเทคโนโลยีแบบหลอด LED โดยการบังคับแผ่นผลึกเหลว ให้เปิดแสงจากด้านหลังให้กระทบผิวดรั